

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-259770

(43)Date of publication of application : 09.10.1995

(51)Int.Cl.

F04C 18/356

C23C 14/06

(21)Application number : 06-056471

(71)Applicant : SUMITOMO METAL MINING CO LTD

(22)Date of filing : 28.03.1994

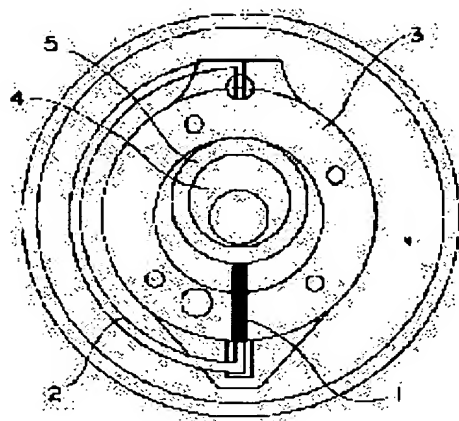
(72)Inventor : KAWANA ATSUO

## (54) VANE FOR COMPRESSOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To ensure high wear resistance even when alternate refrigerant gas containing no chlorine atom is used by a method wherein the surface of the part, making contact with a roller, of a vane is covered with two layers consisting of a TiN layer and a TiAlN layer in which a ratio between Al density and a film thickness is in a specified range.

CONSTITUTION: In the vane 1 of a rotary type compressor, the surface of at least a part making contact with a roller 5 is covered with two layers of a TiN layer and a TiAlN layer. The TiAlN layer has Al density of 40-65mol% and a ratio of a film thickness is 5-50% of a total. Thereby, toughness of a film is improved by TiN of a first layer and oxidation resistance, i.e., wear resistance, is improved by the TiSiN of the surface layer. Thus, a vane for a compressor having excellent wear resistance is provided even when HFC-134a being alternate refrigerant gas containing no chlorine atom is used.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7-259770

(43) 公開日 平成7年(1995)10月9日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 4 C	18/356	N		
C 2 3 C	14/06	N 8414-4 K		
		A 8414-4 K		

審査請求 未請求 請求項の数 2

O L

(全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-56471

(22) 出願日 平成6年(1994)3月28日

(71) 出願人 000183303

住友金属鉱山株式会社

東京都港区新橋5丁目11番3号

(72) 発明者 川名 淳雄

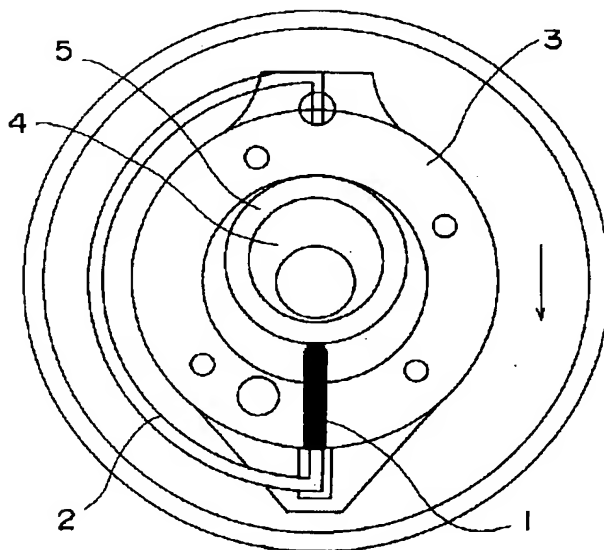
千葉県市川市中国分3-18-5 住友金属鉱  
山株式会社中央研究所内

(54) 【発明の名称】 コンプレッサー用ペーン

(57) 【要約】

【目的】 高い耐摩耗性を有するコンプレッサー用ペーンを提供する。

【構成】 ロータリー式コンプレッサーのペーン表面に  $TiN/TiAlN$  を被覆し、 $Al$  は  $TiAlN$  中で  $40 \sim 65$  モル%である。またロータリー式コンプレッサーのペーン表面に  $TiN/TiNC_xN_y$  を被覆し、 $x+y=1$  で  $0.25 \leq x \leq 0.35$  の最近接層、 $x$  が  $0$  より大で最近接層の  $x$  より小さい中間層、 $0.35 < x \leq 0.5$  である最表面層からなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ロータリー式のコンプレッサーの構成部品であるベーンの少なくともローラーと接する部分の表面に被覆した TiN 層とさらにその上に Al が 40～65 モル%の TiAlN 層が形成された 2 層構造であつて、該 2 層被膜中の TiAlN 層の厚みの割合が 5～50 %である硬質被膜を有することを特徴とするコンプレッサー用ベーン。

【請求項 2】 ロータリー式のコンプレッサーの構成部品であるベーンの少なくともローラーと接する部分の表面に被覆した TiN 層と  $TiC_xN_y$  層の多層被膜を被覆したコンプレッサー用ベーンであつて、該 TiN 層が 0.1～3  $\mu m$  の膜厚であり、該 TiN 層上に  $Ti_xC_yN$  層が 3 層被覆され、該  $Ti_xC_yN$  層の炭素濃度  $x$  と窒素濃度  $y$  との関係が  $x+y=1$  であつて、該 TiN 層との最近接層では  $0.25 \leq x \leq 0.35$  の範囲で、膜厚が 0.2～1.0  $\mu m$  で、また中間層での  $x$  が、0 よりも大きく、該最近接層の  $x$  よりも小さく、膜厚が 0.2～1.0  $\mu m$  で、また最表面層の  $x$  が  $0.35 < x \leq 0.5$  の範囲で、膜厚が 0.2～1.5  $\mu m$  である 4 層構造を有することを特徴とするコンプレッサー用ベーン。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はロータリー式コンプレッサーの構成部品であるベーンに関し、特に耐摩耗性に優れたコンプレッサー用ベーンに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 エアークンディショナーや冷蔵庫等の冷媒ガス用として用いられてきた特定フロンである CFC (Chloro Fluoro Carbon) -12 や R-502 [CFC-115 と HCFC (Hydro Chloro Fluoro Carbon) -22 の混合系] は、地球のオゾン層を破壊する物質として、1995 年までに全廃することが決定されている。この結果、家庭用エアークンディショナーや冷蔵庫も脱 CFC の主要なターゲットの一つとなった。このため、家電メーカーは家庭用エアークンディショナーや冷蔵庫に用いている冷媒を HCFC-22 やさらに HCFC-22 が 2020 年全廃の方向に向かっているため塩素をまったく含まない HFC (Hydro Fluoro Carbon) -134a に切り替えることを進めている。

【0003】 しかしながら、これらの代替冷媒ガスではコンプレッサーの可動部での潤滑性が低下するため、コンプレッサーのローラーとベーンの接触部で著しく摩耗が生じ、家庭用エアークンディショナーや冷蔵庫の性能を保証期間に維持できないという問題が生じた。ロータリー式のコンプレッサーではシリンダー内で回転運動するローラーにモーターの回転運動を伝達し、ベーンで区切った部分で冷媒ガスを圧縮する。摩耗条件が最も厳し

いのはローラーとベーンの接触部である。図 1 にロータリー式コンプレッサーの回転軸と垂直方向の断面図を示す。

【0004】 従来の冷媒ガスである CFC-12 の 1 分子中には、2 個の塩素原子が含まれており、この塩素が潤滑性を高める働きをしていた。コンプレッサー構成部品のベーンには高速度工具鋼 (SKH51) が、ローラーには共晶黒鉛鋳鉄が一般に使われている。これらの鉄原子と塩素原子が反応して、自己潤滑性がある塩化鉄を形成し、優れた摺動性を示していた。ところが塩素をまったく含まない HFC-134a は、当然この自己潤滑性は期待できないという問題がある。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 そこで、本発明の目的は、上記従来のコンプレッサー用ベーンの欠点を解消し、より高い耐摩耗性を有するコンプレッサー用ベーンを提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、第 1 の発明はロータリー式コンプレッサーの構成部品であるベーンの少なくともローラーと接する部分の表面に被覆した TiN 層とさらにその上に Al が 40～65 モル%の TiAlN 層が形成された 2 層構造であつて、該 2 層被膜中の TiAlN 層の厚みの割合が 5～50 %である硬質被膜を有する点に特徴がある。また、第 2 の発明ではロータリー式コンプレッサーの構成部品であるベーンの少なくともローラーと接する部分の表面に被覆した TiN 層と  $TiC_xN_y$  層の多層被膜を被覆したコンプレッサー用ベーンであつて、該 TiN 層が 0.1～3  $\mu m$  の膜厚であり、該 TiN 層上に  $Ti_xC_yN$  層が 3 層被覆され、該  $Ti_xC_yN$  層の炭素濃度  $x$  と窒素濃度  $y$  との関係が  $x+y=1$  であつて、該 TiN 層との最近接層では  $0.25 \leq x \leq 0.35$  の範囲で、膜厚が 0.2～1.0  $\mu m$  で、また中間層での  $x$  が、0 よりも大きく、該最近接層の  $x$  よりも小さく、膜厚が 0.2～1.0  $\mu m$  で、また最表面層の  $x$  が  $0.35 < x \leq 0.5$  の範囲で、膜厚が 0.2～1.5  $\mu m$  である 4 層構造を有する点に特徴がある。

## 【0007】

【作用】 本発明に使用されるベーンの材質は、一般に使用されている高速度工具鋼などの鋼系金属材料で良い。該ベーン表面に形成する TiN/TiAlN の該 2 層被膜は、TiAlN 層の Al 濃度が 40～65 モル%であり、該 TiAlN 膜厚の割合が全体の 5～50 %であることが必要である。

【0008】 上記 TiN 層は B1 型結晶構造の物質であるが、TiN 中の Ti の一部が Al に置換された置換型固溶体である TiAlN において、Al が 65 モル%までは、TiN と同じ B1 型結晶構造となる。Al 濃度が 65 モル%を越えると、結晶構造が変化し、被膜の靱性

が極端に低下して好ましくない。

【0009】TiAlNは酸化雰囲気さらされると固溶したAlにより被膜表面に酸化物層が形成され、保護層の役割を果たす。そのため、摺動摩耗部材などでは摩耗から発生する熱による被膜の酸化劣化を防ぎ、耐摩耗性を上げる機能を持つ。この特性はAl濃度が多いほど高くなるものであるから、十分な耐酸化性すなわち耐摩耗性を持たせるためにはAl濃度40モル%以上が好ましい。

【0010】また、TiAlNはTiNと同一の結晶構造にあるとはいえ、Tiと原子径の異なるAlが置換固溶すると、一種の欠陥が導入された状態となるため、TiNに比して機械的特性は劣ることとなる。したがって本発明の被膜構造ではTiNとの2層膜にすることによって、第1層のTiNで被膜の靱性を向上させ、表面層のTiAlNで耐酸化性すなわち耐摩耗性を向上させることができるのである。

【0011】この時、TiAlNの膜厚の割合は全体の5~50%であることが必要である。TiAlNの膜厚比が5%未満になると、機械的特性は第1層であるTiNにより十分目的を達し得るが、TiAlN層が使用中に摩耗により磨滅すると耐酸化性、すなわち耐摩耗性が損なわれ、本発明の目的を達し得ない。また、膜厚の割合が50%を越えるとTiAlNの靱性の低さが現れるため、被膜の機械的特性が劣化して好ましくない。

【0012】また第2の発明のコンプレッサー用ベーンは、Tiイオン衝撃による洗浄、加熱を行った後、TiN層を0.1~3 $\mu$ mの厚みに被覆しなければならない。膜厚が0.1 $\mu$ m未満の場合はベーンとの密着強度が不足し、また3 $\mu$ mを越えると膜強度が不足するので好ましくない。

【0013】また該TiN層に接する該最近接層のTi<sub>x</sub>C<sub>y</sub>N層の炭素濃度xが、0.25 $\leq$ x $\leq$ 0.35の範囲で、膜厚が0.2~1.0 $\mu$ mでなければならない。xが0.25未満の場合は被膜硬度が十分ではなく、また0.35を越える場合はTiN層との密着強度が不足するので好ましくない。また膜厚が0.2 $\mu$ m未満の場合は耐摩耗性などの機械的強度が不足し、また1.0 $\mu$ mを越えると膜の靱性が低下するので好ましくない。

【0014】次に該中間層のxは、0よりも大きく、かつ該最近接層よりも小さく、膜厚は0.2~1.0 $\mu$ mでなければならない。xが0の場合は膜硬度が十分でなく、また該最近接層よりも大きい場合は多層被膜中の応力緩和層としての働きが十分でなくなるので好ましくない。また膜厚が0.2 $\mu$ m未満の場合は耐摩耗性などの機械的強度が不足し、また1.0 $\mu$ mを越えると膜の靱性が低下するので好ましくない。

【0015】また、該最表面層のxは、0.35<x $\leq$ 0.5の範囲で、かつ膜厚が0.2~1.5 $\mu$ mでな

なければならない。xが0.35以下の場合には最表面層としての被膜硬度が十分ではなく、xが0.5を越えると耐摩耗性などの機械的強度が低下するため好ましくない。また膜厚が0.2 $\mu$ m未満の場合は耐摩耗性などの機械的強度が低下し、また1.5 $\mu$ mを越えると膜の靱性が低下するので好ましくない。

【0016】また、該最近接層および該最表面層についてはxが上記した範囲であれば、何層かに分かれていても効果は同じである。本発明の被膜は、イオンプレーティング法、CVD法、スパッタリング法などの公知の方法を用いて作製して良いが、2ユニット以上の金属イオンを同時にかつ耐摩耗性の向上を有効な強固な付着力を示す被膜の作製が可能なイオンプレーティング法を用いることが最も望ましい。したがってここでは、例としてイオンプレーティング法による被膜の形成について以下に説明する。

【0017】イオンプレーティング法は、一般に金属を蒸発させ、この蒸発した金属をイオン化し、さらにイオン化した金属分子を反応性ガス雰囲気下で電界により加速して、基板の表面に付着固定させるものである。

【0018】金属を蒸発させるには、市販のイオンプレーティング装置に備わった抵抗加熱や電子銃加熱などいずれを用いても良い。また、蒸発した金属のイオン化は、公知のカソードアーク放電、グロー放電、高周波放電、イオン化電極を用いる方法、ホロカソード法のいずれでも良い。これらの中で、カソードアーク放電型のイオンプレーティング法は金属の蒸発とイオン化とを同時に行う方式のものであり、他の方法に比べて金属のイオン化効率が高く、高い密着力を持つ被膜を形成する場合や合金の蒸発源を使用する場合などでは特に推奨される。

【0019】また、被膜の形成に先立って基板の加熱を行う際にイオン照射による加熱を採用する場合は金属イオンにて行い、イオン化した金属イオンを加速する負のバイアス電圧の値として500Vから2000Vが好ましく、さらに好ましくは800Vから1500Vである。

【0020】本発明のTiN/TiAlN層を作製する場合の金属源としては、金属Tiおよび金属Alの2種の蒸発源を用いる必要があるが、上記純金属の代わりにTi-Al合金を用いても良い。これらの純金属や組成の異なる合金の蒸発源を単独にあるいは複数個同時に使用することにより目的とする比率でTiとAlの蒸気が供給される。上記方法によりTiとAlの組成比を制御し、さらにTiNとTiAlNの製膜時間を変えることによって膜厚比を制御して本発明の被膜を製膜する。

【0021】次にTiN/TiC<sub>x</sub>N<sub>y</sub>層を作製する場合の金属源としては金属Tiを用いる。また、上記方法によりTiC<sub>x</sub>N<sub>y</sub>膜を被覆する場合には、ガス状の窒素源および炭素源を導入して被覆を行う。

【0022】ここでガス状の窒素源としては、通常窒素ガスが使用できるが、代わりに $\text{NH}_3$ 、炭化水素類または窒素を含んだ有機化合物、例えば $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ なども使用できる。ガス状の炭素源としては炭化水素ガスが用いられる。また、これらのガス以外にアルゴンガスなどの不活性ガスを混合しても良い。アルゴンガスを導入することにより特に炭化水素ガスの活性化を促進する。ここで用いられる炭化水素ガスとしては入手が容易で経済的なメタンガス、エチレンガス、アセチレンガス、プロパンガスなどが適当であって、これらを混合して用いても良い。窒素ガス、炭化水素ガスおよび不活性ガスの流量は、製膜に用いる装置の大きさ、排気能力などに依存するものであって、特に規定されることはないが、被膜中の炭素濃度は使用ガス全流量に対する炭化水素ガスの流量比とほぼ相関関係があることを確認した。また、窒素ガス、炭化水素ガスおよび不活性ガスの全流量に対するアルゴンガスの流量比を15%以下にすれば、特に圧力変化が少なく、目的組成の被膜を得ることができ、15%を越える場合はアルゴンガスの放電が強くなり、製膜温度が急激に増加し、金属材料自身の硬度を低下させてしまうのに加え、スパッタ効果により製膜速度も低下してしまうので好ましくない。

【0023】該 $\text{TiN}/\text{TiC}_x\text{N}_y$ 層を形成する場合でのイオン化した金属および窒素イオン、炭素イオンを加速する負のバイアス電圧の値として、50Vから700Vが好ましく、さらに好ましくは100Vから500Vである。該層全体の厚さは2~5 $\mu\text{m}$ が好ましく、通常3 $\mu\text{m}$ 程度形成すれば良い。

【0024】

【実施例】次に、本発明の好ましい実施例を以下に説明する。

【0025】（実施例1）SKH51高速度工具鋼（ビッカース硬度 $H_v=850$ ）ベーンを基材として用いた。 $\text{TiN}$ および $\text{TiAlN}$ 層の形成はカソードアーク放電型イオンプレーティング装置で行った。イオンプレーティングでの蒸発源としては、 $\text{Ti}$ カソードおよび $\text{Al}$ 濃が50モル%の $\text{Ti-Al}$ 合金ターゲットを用いた。

【0026】基材のベーンを有機溶剤中で超音波洗浄した後、イオンプレーティング装置内の所定位置にセットし、反応容器内を $2 \times 10^{-5}\text{Torr}$ まで排気した後、ベーンに1000Vの負のバイアス電圧を印加し、 $\text{Ti}$ カソードよりアーク放電を生起させた。この時のアーク放電電流は90Aであった。赤外放射温度計によりベーン表面温度を監視しながら、アーク放電を2分間続け、 $\text{Ti}$ を蒸発、イオン化させ、ベーン表面のスパッタクリーニングを行った。アーク放電中最大500℃までベーン表面温度の上昇が認められた。

【0027】さらに $\text{Ti}$ カソードへの電圧印加を停止し、反応容器内に窒素ガスを導入し、容器内の圧力が3

$\times 10^{-2}\text{Torr}$ を保つように窒素ガスを流しながらベーンに400Vの負のバイアス電圧を印加し、 $\text{Ti}$ カソードよりアーク放電を生起させた。この時のアーク放電電流は90Aであった。アーク放電は65分間続けた。これにより $\text{TiN}$ の硬質被膜層が形成された。

【0028】次に $\text{TiAlN}$ 層を被覆するため、 $\text{Ti}$ カソードのアーク放電を停止し、窒素ガス圧力、バイアス電圧は変えずに $\text{Ti-Al}$ カソードにアーク放電を生起させた。この時のアーク放電電流は90Aであった。アーク放電は5分間続け、 $\text{TiAlN}$ 被膜の被覆を行った。以上のように作製した2層膜は、全膜厚として約3 $\mu\text{m}$ で、 $\text{TiAlN}$ 膜厚の比は7.5%であった。

【0029】（実施例2）実施例1と同様のベーンを用い、同様の方法で $\text{TiN}$ を60分間、 $\text{TiAlN}$ を10分間製膜し、 $\text{TiAlN}/\text{TiN}$ 層を製膜した。得られた被膜の全膜厚は約3 $\mu\text{m}$ で、 $\text{TiAlN}$ 膜厚の割合は15%であった。

【0030】（実施例3）実施例1と同様のベーンを用い、同様の方法で $\text{TiN}$ を50分間、 $\text{TiAlN}$ を20分間製膜し、 $\text{TiAlN}/\text{TiN}$ 層を製膜した。得られた被膜の全膜厚は約3 $\mu\text{m}$ で、 $\text{TiAlN}$ 膜厚の割合は30%であった。

【0031】（実施例4）実施例1と同様のベーンを用い、有機溶剤中で超音波洗浄を行った後、ベーンを $\text{Ti}$ カソードを備えたカソードアーク放電方式のイオンプレーティング装置内の所定位置にセットした後、反応容器内を $2 \times 10^{-5}\text{Torr}$ まで排気した後、ベーンに1000Vの負のバイアス電圧を印加し、 $\text{Ti}$ カソードよりアーク放電を生起させた。この時のアーク放電電流は90Aであった。赤外放射温度計によりベーン表面温度を監視しながら、アーク放電を2分間続け、 $\text{Ti}$ を蒸発、イオン化させ、基板表面のスパッタクリーニングを行った。アーク放電中最大450℃までベーン表面温度の上昇が認められた。まず反応ガスとして窒素ガスを導入し、圧力を $3.0 \times 10^{-2}\text{Torr}$ を保つようにしながらベーンに250Vの負のバイアス電圧を印加し、 $\text{Ti}$ カソードよりアーク放電を生起させた。この時のアーク放電電流は90Aであった。アーク放電は30分間続けた。

【0032】次に $\text{TiN}$ 被膜との最近接層になる $\text{TiC}_x\text{N}_y$ 層を被覆するため、反応ガスにアセチレンガスとアルゴンガスを加えて、被膜の炭素濃度が0.3になるよう反応ガスの流量比を調節して、印加バイアスを-400Vにして、圧力、 $\text{Ti}$ ターゲット電流は変えずに $\text{Ti}(\text{Co}_{0.3}\text{No}_{0.7})$ 被膜の被覆を約5分間行った。

【0033】次に $\text{TiC}_x\text{N}_y$ 被膜層の中間層を被覆するため、炭素濃度が0.15になるよう反応ガスの流量比を調節して、 $\text{Ti}(\text{Co}_{0.15}\text{No}_{0.85})$ 被膜の被覆を約5分間行った。最後に $\text{TiC}_x\text{N}_y$ 被膜層の最表面層を被覆するため、炭素濃度が0.4になるよう反応ガスの流

量比を調節して、Ti (Co<sub>0.4</sub> No<sub>0.6</sub>) 被膜の被覆を約 5 分間行った。

【0034】合計 45 分の被覆で、同時に作製した平板サンプルの評価により、TiN 被膜が 2.3 μm、Ti (Co<sub>0.3</sub> No<sub>0.7</sub>) 被膜が 0.4 μm、Ti (Co<sub>0.15</sub> No<sub>0.85</sub>) 被膜が 0.3 μm、Ti (Co<sub>0.4</sub> No<sub>0.6</sub>) 被膜が 0.4 μm の合計 3.4 μm の 4 層被膜が得られた。また、被膜のビッカース硬度は 3000 であった。

【0035】(比較例) 実施例 1~4 にて作製したベーン、および表面処理をまったく行わない SKH51 のベーンを用い、これらを家庭用冷蔵庫のコンプレッサーに 10 セットし、冷媒ガスとして塩素原子を含まない HFC-134a を充填して、無潤滑でのベーンの耐久性試験を行った。表面処理を行わない SKH51 のベーンでは、約 30 時間の運転でローラーとの接触部でかじりを生じ、運転不能となった。一方実施例 1~4 の硬質被膜で処理したベーンは、100 時間の運転でもかじりは発生

せず、良好な摺動特性を示した。

#### 【0036】

【発明の効果】本発明のロータリー式コンプレッサーの構成部品であるベーンは、優れた摺動特性、耐摩耗性を持ち極めて実用性が高い。そのため塩素原子を含まない代替冷媒ガスである HFC-134a を用いても良好な耐摩耗性を維持するコンプレッサー用ベーンを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明で対象となるロータリー式コンプレッサーの回転軸と垂直方向の断面図である。

#### 【符号の説明】

- 1 ベーン
- 2 ベーンスプリング
- 3 シリンダー
- 4 クランクシャフト
- 5 ローラー

【図 1】

